МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ

імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки

Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної роботи

_____ С.О. Слободян

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

АРХІТЕКТУРА БАГАТОПРОЦЕСОРНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ

Multiprocessor Computer Systems Architecture

рівень вищої освіти _____ другий (магістерський)_____

тип дисципліни _____вибіркова_____

мова(и) викладання _____українська_____

Миколаїв – 2024 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Архітектура багатопроцесорних обчислювальних систем» для підготовки фахівців-магістрів.
10 листопада 2024 року. – 10 с.

Розробник: Черно О.О., завідувач кафедри комп'ютеризованих систем управління, д-р техн. наук, професор, Махнова І.В., методист І категорії.

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни "Архітектура багатопроцесорних обчислювальних систем" розглянуто на засіданні кафедри комп'ютеризованих систем управління.
Протокол № 4 від 18 листопада 2024 р.

Завідувач кафедри
д-р техн. наук, професор Олександр Черно

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни "Архітектура багатопроцесорних обчислювальних систем" розглянуто Методичною радою Навчально-наукового Інституту автоматики та електротехніки.
Протокол № 5 від 12 грудня 2024 р.

Голова
к.т.н., доцент Дмитро Жук

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни "Архітектура багатопроцесорних обчислювальних систем" погоджено з навчальним відділом.

Начальник відділу
к.т.н., доцент Андрій Лабарткава

Робоча програма навчальної дисципліни "Архітектура багатопроцесорних обчислювальних систем" затверджена Навчально-методичною радою НУК.
Протокол № 10 від 23 грудня 2024 р.

Голова НМР НУК

© НУК, 2024

Анотація

Навчальна дисципліна «Архітектура багатопроцесорних обчислювальних систем» є вибірковою складовою комплексної підготовки фахівців другого (магістерського) рівня вищої освіти.

На даний час сфера застосування багатопроцесорних обчислювальних систем безперервно розширюється, охоплюючи все нові області в самих різних галузях науки, бізнесу і виробництва. Стрімкий розвиток кластерних систем створює умови для використання багатопроцесорної обчислювальної техніки в реальному секторі економіки. У зв'язку з цим постійно зростає потреба в побудові централізованих обчислювальних систем для критично важливих додатків, пов'язаних з обробкою транзакцій, управлінням базами даних і обслуговуванням телекомунікацій.

В курсі вивчаються призначення, область застосування і способи оцінки продуктивності багатопроцесорних обчислювальних систем; різновиди архітектур: SMP, MPP, NUMA, PVP, кластерна архітектура; принципи побудови комунікаційних середовищ; способи організації високопродуктивних процесорів: асоціативні, конвеєрні, матричні, кліткові, комунікаційні, потокові, нейронні та інші процесори; комутатори для багатопроцесорних обчислювальних систем; вимоги до компонентів, їх надійність та відмовостійкість; кластери та масивно-паралельні системи різних виробників.

Ключові слова: обчислювальні системи, багатопроцесорність, комунікаційні середовища.

Abstract

The course "Multiprocessor Computer Systems Architecture" is a selective component of the comprehensive training of specialists of the second (master's) level of higher education.

Currently, the scope of multiprocessor computing systems is constantly expanding, covering all new areas in various fields of science, business and manufacturing. The rapid development of cluster systems creates conditions for the use of multiprocessor computing in the real sector of the economy. In this regard, there is a growing need to build centralized computer systems for critical applications related to transaction processing, database management and telecommunications services.

The course studies the purpose, scope and methods of assessing the performance of multiprocessor computer systems; types of architectures: SMP, MPP, NUMA, PVP, cluster architecture; principles of construction of communication environments; ways to organize high-performance processors: associative, pipeline, matrix, cellular, communication, streaming, neural and other processors; switches for multiprocessor computer systems; requirements for components, their reliability and fault tolerance; clusters and massively parallel systems of different manufacturers.

Keywords: computer systems, multiprocessor, communication environments.

ЗМІСТ

1. Опис навчальної дисципліни 5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни 6
3. Передумови для вивчення навчальної дисципліни 6
4. Очікувані результати навчання 6
5. Програма навчальної дисципліни 6
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування 9
7. Форми поточного та підсумкового контролю 9
8. Критерії оцінювання результатів навчання 9
9. Засоби навчання 10
10. Рекомендовані джерела інформації 10

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, спеціальність, (освітня програма), освітній рівень</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td><td>заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Кількість кредитів – 5</td><td>Галузь знань
-</td><td colspan="2" rowspan="2">Вибіркова</td></tr>
<tr><td rowspan="10">Спеціальність
-

Освітня програма
-</td></tr>
<tr><td>Модулів – 1</td><td colspan="2">Рік підготовки</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 2</td><td>5-й</td><td>5-й</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Загальна кількість годин – 150</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>2-й</td><td>2-й</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td>30 год</td><td>10 год</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні роботи</td></tr>
<tr><td rowspan="9">Тижневих годин для денної форми навчання:
аудиторних – 4;
самостійної роботи студента – 6</td><td rowspan="9">Освітній рівень:
другий (магістерський)</td><td>30 год</td><td>10 год</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні роботи</td></tr>
<tr><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>90 год</td><td>130 год</td></tr>
<tr><td colspan="2">Індивідуальні завдання</td></tr>
<tr><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид контролю: залік</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2">Форма контролю: усна</td></tr>
</table>

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Архітектура багатопроцесорних обчислювальних систем» є забезпечення вивчення принципів організації і сучасних технічних рішень багатопроцесорних обчислювальних систем.

Студенти набувають різні компетентності, такі як:

- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- навички використання інформаційних і комунікаційних технологій;
- здатність демонструвати спеціальні знання мережевих технологій передавання даних, які застосовують в автоматизованих системах різного рівня та призначення.

3. Передумови для вивчення навчальної дисципліни

Передумови для вивчення навчальної дисципліни «Архітектура багатопроцесорних обчислювальних систем» відсутні.

4. Очікувані результати навчання

Очікуються наступні результати навчання:

- здатність проводити аналіз виробничо-технічних систем в різних галузях промисловості як об'єктів автоматизації і визначати стратегію їх автоматизації;
- вміння застосовувати системний підхід для врахування нетехнічних (економічних, правових, соціальних, екологічних і ін.) складових оцінки об'єктів автоматизації при проведенні робіт з впровадження систем керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Загальні принципи побудови багатопроцесорних обчислювальних систем

Тема 1. Основні поняття, обмеження архітектури Дж. фон Неймана [1] с. 3-7.
Тема 2. Паралельна та конвеєрна обробка даних [1] с. 7-10.

Змістовий модуль 2. Класифікації архітектур обчислювальних систем

Тема 3. Класифікація Флінна [1] с. 10-12; [2].
Тема 4. Класифікація архітектур ОС за способом організації доступу до пам'яті [1] с. 12-16.

Змістовий модуль 3. Способи організації високопродуктивних процесорів

Тема 5. Асоціативні, конвеєрні, матричні, графічні процесори [1] с. 22-25.
Тема 6. PVP-архітектура. Кластерна архітектура [1] с. 15-20; [3].

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Денна форма навчання					Заочна форма навчання				
	Кількість годин									
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек.	пр.	лаб.	с.р.		лек.	пр.	лаб.	с.р.
Модуль 1										
Змістовий модуль 1. Загальні принципи побудови багатопроцесорних обчислювальних систем										
Тема 1. Основні поняття, обмеження архітектури Дж. фон Неймана	13	4	2	–	7	13	–	–	–	13
Тема 2. Паралельна та конвеєрна обробка даних	15	4	4	–	7	15	2	–	–	11
МКР1	2	–	2	–	–	2	–	2	–	2
Разом за змістовим модулем 1	**30**	**8**	**8**	**–**	**14**	**30**	**2**	**2**	**–**	**26**
Змістовий модуль 2. Класифікації архітектур обчислювальних систем										
Тема 3. Класифікація Флінна	13	4	2	–	7	13	2	–	–	11
Тема 4. Класифікація архітектур ОС за способом організації доступу до пам’яті	15	4	4	–	7	15	2	2	–	11
МКР2	2	–	2	–	–	2	–	2	–	–
Разом за змістовим модулем 2	**30**	**8**	**8**	**–**	**14**	**30**	**4**	**4**	**–**	**22**
Змістовий модуль 3. Способи організації високопродуктивних процесорів										
Тема 5. Асоціативні, конвеєрні, матричні, графічні процесори	48	8	6	–	34	48	2	–	–	46
Тема 6. . PVP-архітектура. Кластерна архітектура	40	6	6	–	28	40	2	2	–	36
МКР3	2	–	2	–	–	2	–	2	–	–
Разом за змістовим модулем 3	**90**	**14**	**14**	**–**	**62**	**90**	**4**	**4**	**–**	**82**
РАЗОМ	**150**	**30**	**30**	**–**	**90**	**150**	**10**	**10**	**–**	**130**

Теми практичних занять

№	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Змістовий модуль 1			
1	Нечислова обробка даних	2	–
2	Паралельна та конвеєрна обробка даних	4	–
3	МКР1	2	2
Змістовий модуль 2			
4	Архітектури SISD, SIMD, MISD і MIMD	2	–
5	Архітектури SMP, MPP і NUMA	4	2
6	МКР2	2	2
Змістовий модуль 3			
7	Асоціативні процесори	2	–
8	ДНК-процесори	4	–
9	Нейронні процесори	6	2
10	МКР3	2	2
	Разом	**30**	**10**

Теми лабораторних занять

Лабораторні заняття програмою не передбачено.

Самостійна робота

Самостійна робота здобувача вищої освіти є однією з форм організації навчання, основною формою оволодіння навчального матеріалу в час, вільний від обов'язкових навчальних занять.

Навчальний матеріал дисципліни, передбачений для засвоєння здобувачем вищої освіти в процесі самостійної роботи, виноситься на підсумковий контроль поряд з навчальним матеріалом, який опрацьовувався при проведенні навчальних занять.

Денна форма навчання

Розподіл годин самостійної роботи для денної форми навчання:

- підготовка до лекційних занять – 0,5-1 год. / 1 заняття (на 1 лекцію);
- самостійне опрацювання окремих тем навчальної дисципліни (які не викладаються на лекціях) – 1-3 год. / 1 заняття;
- підготовка до практичних занять – 1-2 год. / 1 заняття;
- підготовка до контрольних заходів – 15-30 год. на 1 захід.

Завдання для самостійної роботи

№	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
1	Підготовка до лекцій	15	10
2	Самостійне опрацювання окремих тем навчальної дисципліни	15	30
3	Підготовка до практичних занять	45	30
4	Підготовка до модульних контрольних робіт	15	60
	Разом за курсом	**90**	**130**

Індивідуальне навчально-дослідне завдання

Програмою не передбачено виконання навчально-дослідного завдання.

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Методи навчання з дисципліни «Архітектура багатопроцесорних обчислювальних систем» є наступні: пояснення, демонстрування та робота з літературою – для всіх видів занять; лекція та бесіда (для лекційних занять); вправа, практична робота, інструктаж, методи контролю (для практичних занять).

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- виконання практичних робіт;
- захист практичних робіт;
- модульна контрольна робота.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Рівень засвоєння матеріалу дисципліни здійснюється шляхом проведення поточного контролю (ПМК) у вигляді захисту практичних робіт. Підсумкова оцінка з дисципліни складається з оцінок, отриманих за виконання і захист практичних робіт і виконання модульної контрольної роботи (МКР).

Шкала оцінювання

Сума балів за результатом підсумкового контролю	Оцінка ECTS
90 – 100	A
82 – 89	B
74 – 81	C
64 – 73	D
60 – 63	E
35 – 59	FX
0 – 34	F

8. Критерії оцінювання результатів навчання

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчальної діяльності студентів

Кількість балів		Критерії оцінювання виконання практичної роботи студента
Денна форма навчання	Заочна форма навчання	
5	10	Роботу виконано самостійно, отримано правильні результати. У висновках наведено коректну інтерпретацію результатів. Звіт відповідає встановленим вимогам.
4	8	Роботу виконано самостійно, отримано правильні результати. У висновках наведено коректну інтерпретацію результатів. Є невеликі зауваження до оформлення звіту.
3	6	Роботу виконано самостійно, отримано правильні результати. Є зауваження до висновків і до оформлення звіту.
2	4	Роботу виконано не повністю самостійно, або є неточності у результатах, зауваження до висновків та оформлення.
0	0	Роботу не виконано, або результати не відповідають варіанту завдання, або вони є принципово невірними.

Критерії оцінювання захисту практичної роботи студента в усній формі

Правильних відповідей, %	85-100	70-84	55-69	41-54	31-40	0-30
Кількість балів (денна форма навчання)	5	4	3	2	1	0
Кількість балів (заочна форма навчання)	10	8	6	4	2	0

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Кількість балів (денна форма навч.)	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Кількість балів (заочна форма навч.)	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2

Розподіл балів, які отримують студенти

Форма контролю	**Максимальна кількість балів**	
	Денна форма	**Заочна форма**
Виконання практичних робіт	7 х 5 балів = 35 балів	2 х 10 балів = 20 балів
Захист практичних робіт	7 х 5 балів = 35 балів	2 х 10 балів = 20 балів
МКР	3 х 10 балів = 30 балів	3 х 20 балів = 60 балів
Всього	**100 балів**	**100 балів**

Якщо набрана за семестр кількість балів не влаштовує студента, йому дається одна спроба повторного захисту однієї практичної роботи і повторного виконання МКР на останньому практичному занятті. Після цього виставляється підсумкова оцінка.

9. Засоби навчання

Для досягнення мети дисципліни та набуття бажаних результатів навчання передбачено застосування наступних засобів навчання:

- комп'ютери з відповідним програмним забезпеченням;
- рекомендовані джерела інформації, бібліотечний ресурс (фахова література, вітчизняні та закордонні фахові періодичні видання, в тому числі в електронному вигляді), доступ до баз даних періодичних наукових видань.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Черно О.О. Архітектура багатопроцесорних обчислювальних систем: конспект лекцій. Режим доступу: https://drive.google.com/file/d/11U9Aecb0vn3tIXpCkIfW5pjjJ2FrXK9A/view?usp=drive_link

2. Multiprocessor Architecture: Taxonomy of Parallel Architectures. Access mode: https://ru.scribd.com/document/517819062/Module-5

3. Introduction of Multiprocessor and Multicomputer. Access mode: https://www.geeksforgeeks.org/introduction-of-multiprocessor-and-multicomputer/

Додаткова література

4. Parallel Arbitration Logic In Multiprocessors. Access mode: https://www.geeksforgeeks.org/parallel-arbitration-logic-in-multiprocessors/?ref=ml_lbp